BADANIA
nad szybkością i kierunkiem chmur
w Tarnopolu.

Przez

Władysława Satkego.

(Rzecz przedstawiona na posiedzeniu wydz. matem.-przyr. dnia 10 stycznia 1895 r.; ref. członek Karliński).

Objąwszy z dniem 1. października 1893 roku stacyę meteorologiczną w Tarnopolu, postanowiłem zwykłe spostrzeżenia rozszerzyć, a to spostrzeżeniami nad ciepłotą i głębokością warstwy śniegowej, jakoteż nad kierunkiem i szybkością chmur. Spostrzeżenia te nabrały w ostatnich czasach doniosłego znaczenia, gdyż przekonano się, że tak śnieg, jakoteż i chmury bardzo znaczny wpływ wywierają na wszystkie czynniki meteorologiczne. Wyniki badań moich tyczących się śniegu ogłosiłem już w Meteorologische Zeitschrift, October u. November Heft, 1894, wyniki natomiast badań kierunku i szybkości chmur przedkładam obecnie.

Spostrzeżenia, dotyczące chmur, robiłem w braku innych zbyt kosztownych dla mnie przyrządów zapomocą zwykłego zwierciadła, które podzieliłem na współśrodkowe koła o danym promieniu, jakoteż oznaczyłem różę wiatrów. Atoli te spostrzeżenia nie ograniczałem na pewne wprzód oznaczone godziny, lecz spostrzegałem każdym razem, kiedy mi moje obowiązki na to zezwalały a okoliczności były dogodne. Jakkolwiek więc badania te rozpocząłem od 1. stycznia 1894 dopiero,

mimo to mogłem w tak krótkim względnie czasie zebrać bogaty materyał; wydarzały się bowiem dnie, w ciągu których mogłem 20 i więcej spostrzeżeń zanotować.

Pierwotnie zamierzałem wyniki te ogłosić po upływie roku całego, atoli kilka okoliczności spowodowały mnie, iż w niniejszej rozprawie obejmuję tylko porę letnią. W pierwszym rzędzie Dr. Hann we Wiedniu w ustnej rozmowie wezwał mnie, abym dzienny przebieg szybkości chmur jak najrychlej obliczył i ogłosił, i tym sposobem uzupełnił jego najnowszą rozprawę: „Ueber die tägliche Periode der Windstärke auf dem Sonnblickgipfel und auf Berggipfeln überhaupt" (Sitzungsberichte der kais. Akad. d. Wiss. in Wien. Juni 1894); następnie niedokładne i nieliczne spostrzeżenia w styczniu, lutym i marcu, a w końcu i ta okoliczność, że zachmurzenie w listopadzie i grudniu jest u nas zawsze prawie tego rodzaju, iż do badań się nie nadaje. Wszystkie te powody przyspieszyły ogłoszenie tych wyników.

Jakkolwiek, jakto następujące zestawienia przekonują, okres badany zdaje się być jeszcze za krótkim, aby osiągnąć pewne rezultaty, mimo to sądzę, iż badania moje przysłużą się do rozświecenia pewnych kwestyi meteorologicznych, zwłaszcza że spostrzeżeń podobnych nikt przede mną nie robił jeszcze, a następnie, że, jakto Dr. Hann w wyżej już wspomnianej rozprawie z całym naciskiem twierdzi: „stanowcze rozstrzygnięcie kwestyi o dziennym przebiegu siły wiatrów w wyższych warstwach dać mogą tylko konsekwentnie prowadzone spostrzeżenia chmur".

Zanim przystąpię do omówienia wyników, muszę wspomnąć, że liczby podane poniżej przedstawiają tylko wartości względne szybkości, gdyż oprócz zwierciadła nie rozporządzałem żadnymi innymi przyrządami, zapomocą których mógłbym wysokość chmur zmierzyć; również nie mogę zamilczeć, iż wyników ostatecznych nie można jeszcze uważać za zupełnie pewne, czego powodem jest niepewność moja w rozróżnianiu chmur. Okoliczność ostatnia jest, jak się zdaje dość wielkiej wagi, gdyż i dziś jeszcze, a zatem po całorocznej praktyce, wydarza mi się dość często, iż nie mogę stanowczo oznaczyć gatunku chmur; wobec tego łatwo pojąć, iż mimowolnie omyłki wkraść się mogły.

Oprócz tego nadmieniam, iż wysokość poszczególnych gatunków chmur oznaczyłem według atlasu Hildebrandssona, Köppena i Neumayera i według tablic Singera; a zatem jako średnią wysokość ponad Tarnopolem (324 m.) przyjąłem dla:

cirrus = 8700 m.
cirro-cumulus = 6200 m.
alto-stratus = 4700 m.
alto-cumulus = 3700 m.
strato cumulus = 2100 m.
nimbus = 1200 m.
cumulo-nimbus i cumulus = 1100 m.

Cirro-stratus i alto-stratus (2), jak je Singer oznacza, wcale nie uwzględniałem, gdyż ich skupione pojawianie się nie nadaje się do podobnych badań; stratus również nie notowałem, bo ich wysokość jest zbyt niepewna. Co się tyczy wkońcu cumulo-nimbus, te obliczałem, ale przy dziennym przebiegu nie brałem w rachubę, gdyż jako towarzysze burz zacierałyby go tylko.

Ponieważ ilość spostrzeżeń jest jeszcze zbyt mała, aby obliczyć szybkość chmur na każdą godzinę, połączyłem zatem wszystkie spostrzeżenia, przypadające między godzinami parzystemi (6^h-8^h, 8^h-10^h itd.) w jednę średnią dla godziny nieparzystej, znajdującej się między niemi; obliczenia zatem są na godz. 7, 9, 11 przed płd. i na 1, 3, 5, 7 po południu.

Ponieważ nadto pewność każdych wyników zależy głównie od ilości spostrzeżeń, przeto zestawiam poniżej, ile spostrzeżeń każdego gatunku chmur przypada na każdą godzinę.

Ilość spostrzeżeń.

	5^h.	7^h.	9^h.	11^h.	1^h.	3^h.	5^h.	7^h.	razem
ci	10	26	24	25	25	35	45	41	221
ci-cu	—	7	12	10	4	11	6	8	58
al-str	10	22	23	35	32	39	51	26	228
al-cu	4	21	22	17	13	16	22	21	132
str-cu	2	12	12	10	4	18	27	5	88
ni	7	30	30	34	13	34	37	22	200
cu	—	15	41	79	56	83	57	19	350

Co się tyczy poszczególnych gatunków chmur, zauważyć muszę, co następuje. Wyniki poniższe obejmują właściwie okres czasu od 1. kwietnia po koniec września, a zatem półrocze letnie; tylko obliczenia str-cu., jako gatunku pojawiającego się rzadko w lecie, pochodzi z okresu od 1. stycznia po koniec października. Nadto wspominam tu, iż oznaczenie al-str. przedstawiało dla mnie największe trudności, skutkiem cze-

go zachodzi wątpliwość, czy obliczenia, do tego gatunku się odnoszące, są zupełnie pewne.

1) Dzienny przebieg szybkości chmur.

Przystępuję najpierw do dziennego przebiegu szybkości chmur, które zestawiam poniżej:

	5^h	7^h	9^h	11^h	1^h	3^h	5^h	7^h	9^h	Śr.	max. min.
ci	**41·7**	27·8	28·1	23·9*	**33·1**	25·9	26·5	23·2*	16·9	27·5	1·4
ci-cu	—	18·1*	18·5	19·8	**26·2**	19·3	24·6	24·3	—	21·5	1·4
al-str.	19·5	18·9	**20·8**	18·9	16·9	13·7	13·6*	16·2	18·9	17·5	1·5
al-cu.	14·9	15·4	13·9	12·3*	**21·3**	13·0	14·3	13·0	21·3	15·5	1·7
str-cu.	8·3	7·7*	11·3	13·7	**21·3**	13·7	8·7	15·1	8·8	12·1	2·8
ni.	20·8	13·4*	15·0	18·8	**26·8**	15·0	13·9	13·0*	13·9	16·7	2·1
cu.	—	**17·5**	13·0	8·8	5·7*	6·5	7·1	8·0	—	9·4	3·1

Przyznam się otwarcie, że na takie wyniki nie byłem przygotowany; albowiem z badań codziennych chmur w lecie najczęstszych, t. j. cu., wnosiłem, że wszystkie inne chmury mają przebieg podobny, a zatem że wyniki moje będą zgodne z wynikami, jakie otrzymał Dr. Hann na szczycie Sonnblicku i innych. Czy moje wyniki są pewne, nie mogę stanowczo rozsądzić; brak bowiem badań podobnych z innych miejscowości uniemożliwia porównania.

Przypatrzmy się najpierw średniej szybkości poszczególnych gatunków chmur, a przekonamy się, że szybkość ich wzrasta wraz z wysokością; wyjątek stanowią jedynie ni., co się atoli da tem wytłomaczyć, iż chmury te są najczęściej towarzyszami cyklonów i dlatego wykazują szybkość wyższą, niżby to ich wysokości odpowiadało. Wzrost szybkości chmur jest prawie proporcyonalny ich wysokości, gdyż według obliczeń wypada dla gatunków najwyższych:

$$\text{al-cu} : \text{al-str} : \text{ci-cu} : \text{ci} = 13{\cdot}6 : 17{\cdot}3 : 22{\cdot}8 : 31{\cdot}9.$$

Ponieważ liczby te obliczone nie różnią się wielce od liczb otrzymanych ze spostrzeżeń, przeto sądzę, iż średnie szybkości odpowiadają najprawdopodobniej stosunkom rzeczywistym.

Porównajmy nadto nasze szybkości z siłą wiatrów na niektórych szczytach, przekonamy się, że i tu szybkość wzrasta odpowiednio do wysokości; mamy bowiem:

szczyt	wysokość	szybkość	okres
Blue-Hill [1]	203 m.	7·8 m.	marzec — wrzesień
Wieża Eifla [1]	338 „	8·3 „	wiosna, lato
Ben Nevis [1]	1443 „	6·5 „	„ „
Obir [1]	2140 „	6·2 „	„ „
Säntis [1]	2500 „	7·1 „	kwiecień — wrzesień
Ontake [2]	3055 „	11·7 „	sierpień
Sonnblick [1]	3110 „	8·4 „	kwiecień — wrzesień
Fuji [3]	3773 „	8·8 „	sierpień
Pike's-Peak [1]	4310 „	8·3 „	marzec — wrzesień.

Szczyt Ben Nevis znajduje się w wysokości naszych cu., a szybkość wiatru na tym szczycie jest tylko o 1 m. słabsza; szybkość str-cu. porównana z siłą wiatru na górze Säntis jest o 2·7 m. większą; natomiast szybkość al-cu., które płyną prawie w tej samej wysokości, do jakiej szczyt Pike's Peak się wznosi, jest o 5·3 m. większą.

Ta znacznie większa szybkość chmur niż siła wiatru na odpowiednich szczytach pochodzi stąd, iż chmury pędzą swobodnie w powietrzu, podczas gdy wiatr na szczytach osłabiać się musi koniecznie skutkiem sąsiedztwa całych pasm górskich. Zjawisko to zauważyć można już na na wieży Eifel, gdzie szybkość wiatru równą jest szybkości na Pike's Peak, chociaż szczyt ten wznosi się w górę o 4000 m. ponad wieżę Eifla.

Nawet stosunek max. do min., jakkolwiek niepewny skutkiem braku spostrzeżeń nocnych, świadczyłby o tem, że spostrzeżenia wykonano z możliwą dokładnością; gdyż stosunek ten wraz z wzrastającą wysokością zmniejsza się coraz bardziej. Pochodzi to zapewne stąd, iż ciepło słońca wywiera na wyższe warstwy coraz słabszy wpływ, a zatem wiatry są tam w ciągu dnia prawie jednostajne. Ponieważ cyklony zmniejszają ten stosunek dla wiatrów u powierzchni ziemi, przeto im też przypisać należy, że ni. nie wchodzą w szereg innych gatunków chmur.

Jeśli obecnie rozpatrzymy się w dziennym przebiegu poszczególnych gatunków, napotykamy szczególne zjawisko, iż szybkość wszystkich

---

[1]) Dr. Hann: Die tägliche Periode der Windstärke auf dem Sonnblickgipfel u. s. w. Sitzb. der k. Ak. d. Wiss. Wien. B. CIII. Juni, 1894.

[2]) Hann: Beiträge zum tägl. Gange der met. Elemente u. s. w. Sitzb. d. k. Ak. d. Wiss. Wien. B. CIII. Jänner, 1894.

[3]) Hann: Einige Resultate stündl. Beobachtungen auf dem Fuji u. s. w. Sitzb. d. k. Ak. d. Wiss. Wien. B. C. Dezember, 1891.

gatunków, oprócz al-str. i cu., jest w południe największą jak u wiatrów na powierzchni ziemi. Maximum szybkości al-str. przypada na 9-ą a cu. na 7-ą am. Minimum znowu, na które Dr. Hann słusznie tak wielką kładzie wagę, pojawiają się u nas jużto przed, jużto po południu, czem utrudniają wszelkie wytłomaczenie.

Co się tyczy dziennego przebiegu poszczególnych gatunków, muszę następujące uwagi poczynić. Ci. wykazują największą szybkość właściwie o godz. 5-tej rano; czy jednak szybkość ta odpowiada rzeczywistości, czy pochodzi może tylko z nielicznych (10) obserwacyi, nie mogę rozstrzygnąć. Dzienny przebieg ci-cu. podobny jest bardzo do przebiegu str-cu; ponieważ atoli gatunek ostatni pojawia się prawie tylko przy wysokim stanie barometru, wnosićby zatem należało, że ci-cu także stoją w jakimś związku z wysokiem ciśnieniem powietrza.

Przy al-str. możnaby łatwo fałszywy wysnuć wniosek, iż prądy wznoszące się, które w teoryi Espy-Köppenowskiej tak wielką odgrywają rolę, dosięgają wysokości 5000 m., gdyż minimum szybkości występuje tu między godz. 3—4-tą wieczorem, a zatem o godzinę prawie później, niż maximum ciepłoty na ziemi. Gdyby wniosek ten był słuszny, wówczas i niższe chmury powinne mieć podobny przebieg jak al-str.; tymczasem widzimy, że al-cu., str-cu i ni. mają maximum w południe a minimum przed płd.

Najpewniejsze wyniki otrzymujemy z cu, których maximum przypada na 7^h rano, a minimum na 1-szą po płd. Jest to jedyny wynik zgodny z wynikami na wysokich szczytach nawet i pod tym względem, że minimum występuje tu przed maximum ciepłoty.

Jeśli posłużymy się tu niektóremi datami umieszczonemi w wyżej już wspomnianej rozprawie Dr. Hanna, otrzymamy:

Wystąpienie minimum w rozmaitych wysokościach:

	Paryż	Blue-Hill	Wieża Eifel	cumuli	Ben-Nevis
Wysokość:	21 m.	145 m.	305	1100	1440 m.
Pora dla min.:	3^h am.	8^h am.	10^h am.	2^h pm.	3^h pm.

Toby nas przekonywało zatem, że prądy wznoszące się dosięgają cu. i w tej wysokości spowodowują zmniejszenie się szybkości wiatru podczas maximum ciepłoty. Powyżej tych chmur atoli prąd ten już nie sięga, gdyż, jakto na wyższych chmurach zauważyć można, mają one w tym czasie największą szybkość. Większa względna szybkość wiatru powyżej tych chmur jest też zapewne powodem, iż cu., mimo prądu wznoszącego się szybciej, już płyną po godz. 2-giej. Dzienny przebieg

bowiem szybkości cumulów jest tylko wypadkową dwóch sił: prądu wznoszącego się i wiatru ponad nimi panującego. Przed południem wypadkowa ta coraz bardziej zwraca się do prądu wznoszącego się, przeto szybkość cumulów maleje aż do 2-giej; później atoli prąd wznoszący się słabnie, wiatr górny zatem przeważa, a cumuli muszą ku nocy płynąć coraz szybciej.

Jako ostateczny wynik naszych badań nad dziennym przebiegiem szybkości chmur w rozmaitych wysokościach wypływa: 1) że teorya Espy-Köppenowska nie wystarcza na wytłomaczenie zjawisk powyżej 1400 m., jakkolwiek poniżej tej warstwy zgadza się prawie z wszystkiemi spostrzeżeniami; 2) że dzienny przebieg siły wiatru na szczytach gór, jak go znalazł Dr. Hann, jest zjawiskiem lokalnem, nie dającem się rozszerzyć na warstwy powietrza wyższe, jeśli te znajdują się zdala od pasm górskich; wreszcie 3) że maximum szybkości wiatru w południe w wyższych warstwach stanowi dla nas nową zagadkę, która nie tak prędko doczeka się rozwiązania, jeśli spostrzeżeń chmur nie obejmie większe koło badaczów.

2) Dzienny przebieg kierunku chmur.

Ponieważ dzienny przebieg kierunku wiatru u powierzchni ziemi budzi takie ogólne zainteresowanie się między meteorologami, postanowiłem przeto rozszerzyć te badania i na wyższe warstwy powietrza. Wprawdzie materyał nagromadzony dotąd jest jeszcze zbyt szczupły, aby można zeń stanowcze wysnuć wnioski, atoli sądzę, że i dotychczasowe wyniki rzucą pewne światło na ruch, odbywający się w wyższych warstwach powietrzni.

Niektóre atoli gatunki chmur, jak ci-cu, al-cu i str-cu rzadko się pojawiały, inne znowu jak ni. i cu-ni jako zawisłe od cyklonów nie podlegają dziennemu przebiegowi; byłem zatem zniewolony uwzględnić tylko ci, al-str. i cu, których dzienny przebieg kierunku tu zestawiam. Dla porównania nadto przedstawiam zarazem także dzienny przebieg kierunku wiatru u powierzchni ziemi, co tem łatwiej uskutecznić mogłem, że obok każdego spostrzeżenia chmur notowałem regularnie kierunek i siłę wiatru dolnego. Poniższe zestawienia zatem pochodzą: dla ci. z 221 spostrzeżeń, al-str. z 228, cu. z 350, a dolnego wiatru z 1277; dla lepszego porównania atoli obliczyłem wszystko w odsetkach.

Dzienny przebieg kierunku.

1) Cirrus.

	7h	9h	11h	1h	3h	5h	7h
N	3	16	—	—	3	6	12
NE	3	16	6	—	12	8	5
E	3	—	3	—	3	4	12
SE	**9**	3	6	7	5	4	—
S	9	**13**	3	4	7	2	5
SW	28	19	**29**	11	15	14	12
W	21	10	29	**32**	25	28	23
NW	24	23	24	**46**	30	34	31

2) Alto-stratus.

N	—	**10**	3	6	15	8	10
NE	4	10	**11**	6	2	2	5
E	—	—	3	3	**5**	2	5
SE	—	—	—	3	—	**6**	—
S	4	—	6	—	5	**8**	5
SW	28	30	22	24	15	19	20
W	24	10	36	38	28	24	30
NW	**40**	40	19	20	30	31	25

3) Cumulus.

	7h	9h	11h	1h	3h	5h	7h
N	29	15	7	7	13	11	11
NE	**14**	10	11	8	10	5	—
E	—	3	5	3	4	3	**11**
SE	—	3	**10**	7	7	8	—
S	—	—	6	**11**	6	6	—
SW	—	3	7	5	6	**8**	—
W	7	10	16	26	24	18	**44**
NW	50	56	38	33	30	40	34

4) Wiatr dolny.

N	11	14	14	9	17	16	18
NE	**8**	7	6	9	9	7	7
E	6	8	**11**	1	7	**12**	8
SE	8	11	**11**	8	7	6	7
S	10	9	**10**	8	5	5	2
SW	15	13	13	**18**	17	12	14
W	16	13	15	19	14	17	**21**
NW	28	25	20	28	24	25	23

Spostrzegamy tu najpierw, że dolny wiatr przebiega w ciągu dnia, t. j. od 7^h. przed do 7^h. po płd. różę wiatrów od NE do W; bo N i NW wypadają, jakto wyniki anemografu w Tarnopolu wykazały [1]), na porę nocną. Jedynie wiatr E nie wchodzi tu dokładnie w szereg.

W wysokości cumulów przebiega wiatr w tym samym czasie ten sam łuk na róży wiatrów jak wiatr dolny. Pora pojawiania się maximów poszczególnych wiatrów jest prawie ta sama, co u powierzchni ziemi, tylko wystąpienie maximum NE o 7^h rano jest tu pewniejsze niż dolnego wiatru, maximum wiatru S pojawia się o dwie, a SW nawet o cztery godziny później niż u powierzchni. Już zatem w tej wysokości spostrzegać się daje pewne choć słabe przesunięcie się całego przebiegu dziennego na wschód.

To zjawisko poznać możemy już dokładniej w dziennym przebiegu kierunku al str., gdyż tu przebiega wiatr od 7^h rano do 7^h wieczór łuk od NW do S; na porę nocną przypada zapewne SW i W.

W wysokości ci. to przesunięcie się róży wiatrów na prawo jest już bardzo widoczne, gdyż tu rozpoczyna dzienny przebieg wiatr SE, który o 7^h rano wykazuje maximum; następnie obraca się wiatr ku S, SW, W i NW o 1^h po płd. Dalsze maxima są już niepewne.

Z powyższych zatem wyników dadzą się wysnuć następujące dwa wnioski: 1) we wszystkich wysokościach daje się spostrzedz w dziennym przebiegu skręcenie wiatru z zachodu przez północ na wschód; 2) w stosunku do wiatru dolnego skręca się róża wiatrów w wysokości 5000 m o 90^0 na prawo, w 9000 m. atoli już o 270^0 w tę samą stronę; a za-

[1]) Wł. Satke. Wyniki pięcioletnich zapisków anemografu w Tarnopolu. Kosmos. 1887. Ueber den täglichen Gang der Windgeschwindigkeit und der Windrichtung in Tarnopol. Sitzb. d. k. Ak. d. Wiss. in Wien. 1887.

tem równocześnie mamy o 7^h. rano, n p. u powierzchni wiatr NE, w 5000 m. wysokości NW, a w warstwie ci. już SE.

3) Wpływ cyklonów na szybkość i kierunek chmur.

Jak wiadomo, dzisiejsza meteorologia przypisuje cyklonom i antycyklonom wpływ największy na klimat pewnej miejscowości, gdyż od nich zależą istotnie wszystkie czynniki meteorologiczne, jakoto: ciepłota, opad, zachmurzenie, wilgotność i wiatry. Słusznem przeto będzie, jeśli na tem miejscu omówimy wpływ cyklonów na szybkość i kierunek chmur, bo to nas pouczy, czy chmury mogą nam już poprzód zwiastować zbliżanie się cyklonu, jakoteż wytłomaczy nam, jak objawia się to zjawisko w wyższych warstwach powietrzni.

Dokładniejsze i częstsze zapiski moje, jakto już wspomniałem wyżej, poczynają się właściwie dopiero od kwietnia; dlatego też omówię poniżej cyklony, które po 1-ym kwietnia nawiedziły miasto nasze.

Według kart synoptycznych nadsyłanych z Wiednia, pierwszy cyklon pojawił się u nas na dniu 30 kwietnia. Dnia 18 znajdował się on jeszcze nad morzem Północnem, podczas gdy Tarnopol zalegał antycyklon, bo mieliśmy tu stan barometru o 7^h am. 764·9 mm. Dzień ten był u nas zupełnie pogodny, wiatr do południa słaby S, wieczorem cisza. Był to zatem dzień odpowiedni wysokiemu ciśnieniu. Chmur nie było wcale żadnych, tylko w notatce znajduję: „o 7^h. am. na niebie południowo-wschodniem kilka pasków ci., kierunku ich zbadać nie można“.

Dnia 19 znajdował się powyższy cyklon już w Niemczech, ale barometr opadł u nas w przeciągu 24 godzin tylko o 1·6 mm. Wiatr zmienił się na słaby SW, co już po części zwiastuje blizkość cyklonu. O wiele pewniej atoli przekonują nas o jego zbliżaniu się chmury; mamy bowiem w tym dniu:

dzień	pora	godz.	gatunek	kierunek	szybkość	wiatr dolny	uwaga [1])
19/IV	am.	$8^3/_4$	ci.	NW	20·14 m	SW_1	
	„	$11^1/_4$	ci-cu	W	11·40 „	SW_1	
	„	$11^1/_4$	ci	W	10·22 „	SW_1	
	„	$11^1/_2$	al-cu	W	6·61 „	SW_1	
	pm.	$2^1/_4$	ci	W	19·77 „	SW_1	
	„	$3^1/_4$	al-cu	W	11·56 „	SW_1	
	„	$7^1/_4$	al-cu	W	9·25 „	SW_0	

[1]) Porządek ten zachowam i przy wszystkich następnych zestawieniach.

Tu zatem ci. a zwłaszcza al-cu. świadczą niewątpliwie o blizkości cyklonu, chociaż kierunek ci. o $8^1/_4{}^h$. am. nie jest odpowiedni ruchowi cyklonowemu.

Dnia 20 środek cyklonu mamy już w Warszawie; w Tarnopolu opadł barometr do 759·8 mm. W ciągu tego dnia mamy znowu:

20/IV	am.	$7^1/_4$	ci	SW	33·5	SW_0	
	„	$9^1/_2$	ni	SW	3·4	SW_2 ●	10—12 am.
	pm.	$12^1/_4$	ci	SW	53·1	SW_3	
	„	$12^1/_4$	ni	SW	16·7	SW_3	
	„	$2^1/_4$	ci	SW	53·1	SW_3	
	„	$2^1/_2$	cu-ni	SW	13·1	SW_3	
	„	$3^3/_4$	cu	W	8·1	SW_2	
	„	$7^1/_4$	al-cu	W	16·8	SW_1	
	„	$6^1/_2$	ni	W	6·7	SW_1	

W tym dniu zatem mamy już opad, ci. i al-cu. płyną ruchem cyklonowym, a szybkość ich podwoiła się, a nawet potroiła. Najniższy stan barometru podczas tego cyklonu wypada u nas na 9^h. pm., mimo to największa szybkość wiatru dolnego aż do wysokości 2000 m. nie przypada na wieczór, ale na południe; ku wieczorowi siła wiatru w całej tej warstwie słabnie.

Z tego wypadku wnosićby można, iż i ci. wchodzą tu w obręb cyklonu, bo kierunek ich jest zgodny z ruchem cyklonowym; atoli wnet przekonamy się, iż ten ruch jest najprawdopodobniej niezależny od cyklonu, chociaż związek między oboma zjawiskami jest niewątpliwy.

Następnie wypadek ten poucza nas nadto, iż zbliżanie się cyklonu zwiastowały nam ci. już w dniu 18, a wkońcu, że oś tego cyklonu pochyloną była ku wschodowi, a zatem w kierunku jego biegu własnego, albo że kształt jego stworzył stożek, którego wierzchołek znajdował się w głębi ziemi. To ostatnie przypuszczenie znajduje poparcie w następującej okoliczności. Gdybyśmy bowiem wyłączyli ci. jako w obręb działania cyklonu nie wchodzące, w takim razie przyjąć nam należy, iż podstawa stożka znajdowała się w wysokości al-cu., które widzimy już 19 o $3^1/_4$ pm., kiedy środek cyklonu znajdował się jeszcze w okolicy Renu. Dnia 20 środek cyklonu jest już obok Warszawy, najniższe ciśnienie mamy w Tarnopolu dnia tegoż wieczorem, a al-cu. płyną mimo to jeszcze zawsze z W, jak dnia poprzedniego. Gdyby cyklony miały kształt kręgosłupa, jak niektórzy przypuszczają, natenczas musiałyby al-cu, zwłaszcza przy osi na wschód pochylonej, płynąć w dniu 20 z S albo z SE.

Tegoż dnia jeszcze pojawił się nowy cyklon na morzu Tyrheńskiem, którego atoli my w tym dniu zauważyć nie mogliśmy, bośmy byli pod wpływem cyklonu poprzedniego. Dnia 21 jednak cyklon włoski się pogłębił, a cyklon poprzedni usunął się na wschód w głąb Rosyi. Barometr w dniu tym nie wskazywał wcale na zbliżanie się cyklonu włoskiego, bo się powoli wznosił aż do 2^h. pm., a o 9^h. pm. opadł tylko o 0·3 mm. Szybkość i kierunek chmur były w tym dniu następujące:

21/IV	am.	$7^1/_4$	str-cu	W	15·0	W_0
	„	$11^3/_4$	cu	W	7·6	W_1
	pm.	$2^1/_4$	ci	SW	35·7	W_1
	„	$2^1/_4$	cu	W	5·8	W_1
	„	$5^1/_2$	—	—	—	N_1
	„	$7^1/_4$	—	—	—	NE_1
	„	$8^1/_4$	ni	SW	—	E_1

Poznajemy stąd zatem, iż w dniu tym były wyższe warstwy powietrza aż do 2500 m. i wiatr dolny aż do $2^1/_4{}^h$. pm. pod wpływem cyklonu pierwszego, bo kierunek był zachodni, a szybkość ich zmalała. Po 3^h. pm. zmienia się wiatr dolny pod wpływem tegoż cyklonu na N i NE. Wieczorem jednak płyną ni. z SW, a wiatr dolny jest już z E. W tej porze jednak cyklon z Włoch posunął się już w niż węgierski pod Karpaty, a zatem wpływ jego dał się najpierw uczuć u powierzchni ziemi, gdyż kierunek ni. z SW nie wskazuje na wpływ cyklonu węgierskiego. Dopiero nazajutrz płyną ni. przez cały dzień z SE, jakto odpowiada temu cyklonowi. Z tego znowu wypadku przekonujemy się, iż oś cyklonowa była pochyloną ku zachodowi, a zatem w przeciwną stronę jego kierunku własnego.

Dnia 3 maja słaby cyklon zalegał morze Czarne, a odpowiednio mieliśmy:

3/V	am.	$7^1/_4$	ni.	NE	30·0	NE_2
	„	$9^3/_4$	cu.	NE	18·3	E_3
	pm.	$2^1/_4$	cu.	N	7·4	E_3

Zmiana wiatru w wysokości 1500 m. z NE na N, zmniejszenie jego siły, pochodzi stąd, że cyklon ten oddalił się powoli na wschód. U powierzchni ziemi zwiększa się jednak siła wiatru, a zmiana nastąpiła z NE na E. Przyczyną tego zjawiska jest wystąpienie w dniu 4

maja drugorzędnego minimum w nizinie węgierskiej. W tym dniu też mamy:

4/V	am.	$9^3/_4$	str-cu	SW	14·2	S_2
	pm.	$12^1/_2$	ci	W	39·6	S_2
	„	$12^1/_2$	cu	S	7·4	S_2
	„	$4^1/_4$	ci	W	37·5	S_2
	„	$4^1/_4$	cu	SW	8·3	S_2
	„	$7^1/_2$	ci	NW	25·0	SE_1

A zatem dolny wiatr wieje przez cały dzień z S i SE pod wpływem cyklonu na południowym zachodzie od nas się znajdującego; chmury cu. płyną do południa również w tym kierunku, po południu jednak zmieniają kierunek na SW, bo środek cyklonu posunął się na północ tuż pod Karpaty. Ci. natomiast płyną przez cały dzień z W, wieczorem z NW; chmury te więc w żaden sposób nie podlegają wpływowi cyklonu węgierskiego.

Że ci, zupełnie są niezależne od praw prądów cyklonowych, dowodem tego są dni 11 i 12 maja, które tu zestawiam:

11/V	am.	$9^3/_4$	al-cu	SW	10·	E_2
	„	$9^3/_4$	str-cu	NW	8·	E_2
	„	$11^1/_2$	ci	SW	23·	E_2
	„	$11^1/_2$	str-cu	W	8·	E_2
	pm.	$5^1/_2$	ci	NW	31·	E_2
12/V	am.	$11^3/_4$	cu	NE	5·	E_2
	pm.	$1^1/_2$	cu	NE	3·	E_2
	„	$1^1/_2$	ci	SW	19·	E_2

Dnia 11 znajdowało się minimum ciśnienia w południowej Austryi podczas gdy na wschodzie było względnie wyższe ciśnienie; stąd wiatry dolne pochodziły z E; 12 zaś utworzyło się minimum nad Czarnem morzem, skutkiem czego i w tym dniu wiały wiatry wschodnie. Na chmury atoli nawet takie jak str-cu, te stosunki zupełnie nie wpływały gdyż wszystkie chmury oprócz najniższych cu. płyną z zachodu. Dopiero gdy w dniu 13 to minimum się pogłębiło, spostrzegamy ruch wschodni na ni.

Na dość szczególne zjawisko natrafiamy w dniu 19 i 20 maja. W dniu pierwszym mamy słabe minimum na Węgrzech, a słabsze jeszcze w dniu następnym. Z notatek wypisuję:

19/V am.	$9^1/_4$	al-cu	zupełnie nieruchome			SE_2
„	$9^1/_4$	ci-cu				SE_2
„	$9^1/_4$	al-str				SE_2
„	$11^1/_2$	cu	najpierw z W, po 3 min. z N a po 4 min. z E.			SE_1
„	$11^1/_2$	ci-cu	NW	—		SE_1
„	$11^3/_4$	cu	SW	4·6		SE_1
pm.	$4^1/_4$	al-str	W	19·6		SW_1
„	$5^1/_2$	ci	NW	30·5		W_2
20/V am.	$9^1/_4$	cu	NW	5·2		N_1
pm.	$12^1/_4$	cu	NW	1·7		NE_1
„	$2^1/_2$	cu	NE	1·5		E_1
„	$4^1/_2$	al-str	SW	14·7		E_2
„	$4^3/_4$	ci	SW	21·8		SE_2

A zatem wiatr dolny jest odpowiedni ciśnieniu powietrza, osłabł około południa, bo minimum poczęło się wypełniać; ale cyklon ten, według wszelkiego prawdopodobieństwa, był tak nizki, iż nie sięgał nawet wysokości cu.

Zdaje się, tak wypływa przynajmniej z ciśnienia powietrza w Tarnopolu, iż następnie ten cyklon przekroczył Karpaty, a rano dnia 20 maja znajdował się na północ od Lwowa. Skutkiem tego widzimy, iż dolny wiatr zwraca się już 19 po płd. na zachód, a 20 mamy już N, NE, E i SE. Że cyklon ten był bardzo słaby poznać po małej sile dolnego wiatru i po cu., które zaledwie się poruszają. Cyklony jednak obu dni nie wpływają zupełnie na wyższe chmury, których kierunek jest zawsze z zachodu.

Że wysokość cyklonów może czasem nie dosięgać nawet 2000 m., dowodzi wypadek następujący z dnia 7 czerwca. Dnia tego o 7^h. rano znajdowało się minimum dość nizkie w Holandyi, które w ciągu dnia się wypełniało trochę i zbliżało do nas, bo dnia 8 o 7^h. am. jest już obok Warszawy. Szybkość i kierunek chmur były następujące:

7/VI am.	$7^3/_4$	al-cu	W	21·0	SE_2	
„	$7^3/_4$	ci	W	49·4	SE_2	
„	$11^1/_4$	ni	S	21·2	S_1	na 1000 m.
pm.	$3^1/_2$	ni	S	13·8	SE_3	„ 1000 „
„	$3^1/_2$	ni	S	12·5	SE_3	„ 500 „
„	$3^1/_2$	ni	W	—	SE_3	„ 1500 „
„	$6^1/_4$	ni	W	8·6	E_2	„ 1500 „
„	$6^1/_4$	ni	S	—	E_2	„ 500 „
„	9	ni	E	—	E_2	„ 500 „

Najprawdopodobniej zatem, w tym wypadku nie podlegały wpływowi cyklonu nietylko ci. i al-cu., ale nawet wyższe ni., które o $3^1/_2{}^h$. i $6^1/_4{}^h$ pm. płynęły ze strony świata wprost przeciwnej dolnemu wiatrowi. Zjawisko to szczególne wytłomaczyć można chyba tem, że minimum to było bardzo słabe.

W dniu 8, kiedy poprzednie minimum znachodziło się już w Królestwie polskiem, mamy następujący kierunek i szybkość chmur:

8/VI am.	$7^1/_4$	cu	NW	27·5	NW_3	
„	$8^1/_2$	cu	NW	21·2	W_3	
„	$8^1/_2$	ci	W	35·7	W_3	
pm.	$12^1/_4$	cu	NW	14·5	NW_3	
„	$2^1/_4$	cu	NW	12·5	W_3	
„	$2^1/_4$	ci	SW	49·4	W_3	
„	$2^1/_4$	al-str	W	13·5	W_3	
„	$4^1/_2$	cu-ni	W	4·4	W_3	na 1000 m.
„	$5^1/_2$	cu-ni	NW	8·8	NW_2	„ 1000 m.
„	$5^1/_2$	fra-cu	W	13·8	NW_2	
„	$7^1/_4$	al-cu	SW	9·3	NW_0	

Siła i kierunek dolnego wiatru odpowiada słabemu cyklonowi; wiatr słabnie wieczorem, bo minimum przesunęło się dalej w głąb Rosyi. Również i po cu. poznajemy coraz słabszy ruch, bo ich szybkość zmalała w ciągu dnia z 28 m. na 4 m. Wyższe atoli chmury, już nawet w 4000 m. wysokości, nie podlegają wpływowi cyklonu, bo najpierw kierunek ich jest zupełnie niezależny od cyklonu, następnie szybkość al-cu. i al-str. jest znacznie słabsza, aniżeliby to po sile cyklonu i w takiej wysokości spodziewać się należało, a w końcu szybkość ci. nie maleje, choć minimum od nas się odsunęło.

Zdaje się, iż te przykłady, których liczbę mógłbym jeszcze powiększyć, wystarczą, aby przekonać, że wysokość cyklonów nie sięga zbyt wysoko, czasem może nawet oś ich nie jest wyższą nad 1000 m., mimo to zaprzeczyć nie można, iż wyższe chmury, jak al-cu, al-str. i ci. pewną i to dość ważną muszą odgrywać rolę w czasie tych zjawisk, a może nawet są główną przyczyną ich wystąpienia, jakto poniższe przykłady wykażą.

Mamy atoli, choć znacznie rzadsze, wypadki, jakoby i wyższe chmury, ponad 4000 m., poruszały się ruchem cyklonowym. Wydarzyło się to w dniach 15 i 16 maja, w których słabe minimum zalegało nizinę węgierską. W dniach tych zanotowałem:

15/V am.	$9^1/_2$	ni	E.	—	E_1	
„	$1^1/_4$	cu-ni	E.	3·6	NE_1	
„	$1^1/_4$	ci	E.	51·8	NE_1	
16/V am.	$10^3/_4$	cu	E.	12·5	E_2	na 1000 m.
„	$10^3/_4$	cu	E.	12·5	E_2	„ 1500 m.
„	$11^1/_2$	ci	NE	36·9	SE_2	
pm.	$2^1/_4$	cu	E	8·1	N_2	
„	$5^3/_4$	al-str	E	8·4	E_1	

Ponieważ cyklon znajdował się na południowym zachodzie od nas, a zatem kierunek dolnego wiatru i chmur niższych ze wschodu jest zupełnie wytłomaczony. Ale spostrzegamy tu kierunek wschodni i w wyższych warstwach, bo i ci. i al-str. również z tej strony płyną. Gdyby ktoś zatem nie uwzględnił szybkości ci., która jest zbyt wielką, aby mogła zależeć od tak słabego minimum, łatwo popadłby w błędne mniemanie, że i ci. i al-str. weszły w obręb wpływu cyklonu.

Podobne stosunki zachodzą też w dniach 21 i 22 maja, w których mamy także minima na południowym zachodzie, maxima zaś na północnym wchodzie. W tych dniach mamy:

21/V am.	$7^1/_4$	ci	SE	10·9	SE_3	
„	$10^1/_4$	ni	S	30·0	SE_3	na 1500 m.
pm.	$12^1/_2$	ni	S	33·3	S_3	„ 1500 m.
„	$4^1/_2$	ni	S	33·3	S_3	„ 1500 m.
„	$5^3/_4$	al-str.	S	6·3	S_3	
22/V am.	$9^1/_4$	str-cu	SE	5·5	S_1	
„	$11^3/_4$	ni	SE	15·9	SE_2	na 1000 m.
pm.	$2^1/_4$	ni	SE	9·4	S_2	na 1500 m.
„	$7^1/_4$	al-cu	SW	14·2	S_0	

A zatem i w tych dniach płynęły wyższe chmury zgodnie z ruchem cyklonowym i z dolnym wiatrem, a jednak porównanie szybkości wyższych chmur z niższemi, to nagłe osłabienie siły wiatru nie tylko w warstwie ci., al-str., al-cu. i str-cu., ale nawet wyższych ni., przekonuje nas, że wpływ tego cyklonu nie sięgał nawet 2000 m., t. j. warstwy wyższych ni.

Kierunek wschodni tych chmur wyższych zatem z antycyklonu ku cyklonowi jest przeciwny przyjętemu w meteorologii prawu, iż powietrze wypływa z antycyklonu ku cyklonowi dołem, a z cyklonu górą,

lecz na wyjątek taki napotkaliśmy już w dniu 21 kwietnia wieczorem, i natrafimy jeszcze przy sposobności omawiania antycyklonów.

Jako wynik ogólny poprzednich badań możemy wygłosić twierdzenia następujące: 1) że zgodnie z badaniami Redfielda, Reya i Loomisa[1]), wysokość cyklonów sięga zapewne najwyżej 4000—5000 m. w górę, a często jest tak nizką, że zaledwie dosięga 1000 m.; 2) że kierunek prądów ponad 4000 m. jest zupełnie niezależny od stosunków zachodzących u powierzchni ziemi, a wydarzająca się czasem zgodność prądów wyższych z niższymi zależy od innych przyczyn, a nie od cyklonów; 3) że wyższe chmury, jakkolwiek nie wchodzą w obręb wpływów cyklonów, odgrywają w tych zjawiskach niewątpliwie bardzo ważną, choć dotąd niewyjaśnioną jeszcze, rolę; 4) iż prawidło, jakoby prąd powietrza w wysokości ci. był nad cyklonem ku maximum skierowany, nie sprawdza się u nas prawie wcale; w powyższych wypadkach mamy bowiem tylko dni 21 kwietnia i 11 maja, w których ci. płyną z cyklonu ku antycyklonowi, we wszystkich innych natomiast kierunek ci. jest wprost przeciwny, bo z antycyklonu ku cyklonowi.

4) Wpływ antycyklonów na szybkość i kierunek chmur.

Chcąc zbadać, jaki kierunek i szybkość mają chmury w czasie antycyklonów, uważałem nie tylko na wysokość ciśnienia powietrza, ale raczej na istotne cechy antycyklonowe; a zatem oprócz wysokiego ciśnienia patrzałem na izobary i gradienty i na oddalenie od najbliższego cyklonu. Takich dni mamy w ciągu lata nie wiele, mogę zatem nieliczne tylko przedłożyć wypadki, ale i tych kilka przykładów będą zapewne wystarczającymi do poznania cech tego zjawiska w wyższych warstwach.

Miasto nasze pozostawało pod wpływem antycyklonu niewątpliwie w dniach 8, 9 i 10 kwietnia. W dniu 8 mieliśmy wysokie maximum w północnej Rosyi, w dniach następnych takież nad Bałtykiem. W obręb jednak tych maximów wchodził też i Tarnopol. Z notatek mych wypisuję:

8/V	am.	$10^1/_4$	str-cu	E	5·3	E_2
	pm.	$2^3/_4$	str-cu	E	7·7	NE_1
	„	$5^3/_4$	str-cu	W	2·0	E_2

[1]) van Bebber: Handbuch der ausübenden Witterungskunde. T. II. str. 224.

9/IV	am.	$7^1/_4$	str-cu	NW	7·5	E_2
„		$7^1/_4$	str	E	—	E_2
„		$10^1/_2$	str-cu	NW	6·0	N_1
	pm.	$5^1/_4$	ni	NW	3·9	N_1
„		$6^1/_2$	cu	N	3·4	NE_2
„		$6^1/_2$	str-cu	N	11·4	NE_2

Widzimy najpierw, że ruch chmur aż do wysokości 2100 (2400) m. jest bardzo słaby, prawie równy wiatrowi dolnemu. Kierunek str-cu. w dniu 8 jest przed południem i w pierwszych godzinach popołudniowych zgodny z wiatrem dolnym, bo widocznie antycyklon rosyjski wpływał aż do wysokości tych chmur. Od godz. 5-ej pm. atoli zmienia się wiatr górny na zachodni, podczas gdy wiatr u powierzchni ziemi pozostaje nadal wschodni. Ponieważ atoli prawdopodobnie w tej właśnie porze powstawało maximum nad Bałtykiem, widoczne już w kartach synoptycznych z dnia 9, a zatem mielibyśmy tu wypadek, że wbrew dotychczasowym zapatrywaniom ruch powietrza wypływającego z antycyklonu daje się czuć prędzej w wyższych warstwach powietrza niż u powierzchni ziemi.

Porównajmy jeszcze wiatr o godz. 7-mej rano w dniach 8, 9 i 10 kwietnia w

	Krakowie	Lwowie	Tarnopolu
8	ENE_1	O	E_1
9	NNW_1	W_1	ENE_2
10	N_1	NW_1	O

Widzimy zatem, iż w pierwszym dniu wiał jeszcze wiatr wschodni wszędzie od Krakowa do Tarnopola; w dniu następnym jest on jeszcze wschodni w Tarnopolu, podczas gdy w Krakowie zmienił się na północny, a we Lwowie na zachodni. Wnosić zatem można, iż antycyklon nad Bałtykiem dał się poczuć najpierw w wyższych warstwach (u nas dnia 8 o 5^h. pm), potem wpływ jego uwidocznił się u powierzchni ziemi, ale najpierw w miejscowościach bliżej niego leżących, a następnie dopiero (w dniu 9 o 10^h am.) w Tarnopolu. Wszak w dniu 9 o 7^h am. mamy nietylko wiatr dolny E, ale i kierunek mgły wyższej jest jeszcze wschodni, chociaż str-cu. płyną już od 13 godzin z NW i W.

Zjawisko to świadczyłoby, że albo antycyklon tworzy kształt ściętego stożka, którego podstawa zwraca się do zenitu, a wierzchołek znajduje się w głębi ziemi, co jest jednak nieprawdopodobnem ze względów statycznych, albo raczej, że oś antycyklonu posiadającego kształt kręgosłupa pochyloną była znacznie w kierunku południowo-wschodnim.

Jeszcze ciekawsze wyniki otrzymujemy z dni od 14 do 18 kwietnia. W tym czasie przesunął się antycyklon z Finlandyi przez Rosyę wprost na południe; najwyższy stan barometru mieliśmy dnia 19 o 7^h. am., wynoszący 770·3 mm.

Kierunek i szybkość chmur były następujące:

14/IV	am.	$7^1/_4$	al-cu	NE	12·2	E_2	
	„	$7^1/_4$	str	SE	—	E_2	
	„	$9^1/_2$	ci-cu	NE	5·6	SE_2	
	„	$9^1/_2$	cu	SE	15.3	SE_2	
	pm.	$2^1/_4$	ni	E	4·8	E_2	
	„	$2^1/_4$	str-cu	E	8·2	E_2	
	„	$4^3/_4$	str-cu	E	3·9	E_1	
15/IV	pm.	$2^1/_4$	cu	SE	5·2	E_2	
16/IV	am.	$11^3/_4$	cu	S	5·5	SE_2	na 1400 m.
	„	$11^3/_4$	cu	SE	6·0	SE_2	na 1000 m.
	pm.	$2^1/_4$	cu	S	5·4	S_2	na 1400 m.

17/IV niebo bez chmur, wiatr dolny z SE zmienia się na S.

18/IV bez chmur, tylko na niebie północnym kilka ci.

Wiatr dolny zatem wieje z początku ze wschodu, następnie wraz z posuwaniem się antycyklonu ku południowi zmienia się na SE, a wreszcie na S. Szybkość wszystkich chmur nawet ci-cu i al-cu jest względnie bardzo mała, a co szczególniejsza, iż i chmury najwyższe mają kierunek wschodni. Wnosićby zatem należało, iż antycyklon sięgał tym razem aż do najwyższych warstw powietrza, co jest wobec badań Hanna, Billweilera i Lingga [1]) bardzo wątpliwem.

Zwrócić muszę tu uwagę jeszcze na jedno zjawisko. W dniu 16 mamy wiatr dolny SE, niższe cu. poruszają się też z SE, podczas gdy wyższe płyną już z S; mamy tu zatem skręcenie prądów w kierunku skazówki zegara. Podobne skręcenie prądów można zauważyć też przy cyklonach z dnia 20 kwietnia i 3 maja w poprzednich zestawieniach, a przedtem zauważyli je już Cl. Ley, Loomis i Hofmeyer [2]).

Podobne skręcenie prądów napotykamy w dniu 14 lipca, w którym antycyklon zalegał Tarnopol i sięgał aż po morze Czarne. W dniu tym płynęły chmury:

---

[1]) van Bebber: l. c. str. 227 i nast.

[2]) van Bebber: l. c. str. 227 i nast.

14/VII am.	$10^3/_4$	cu	S	6·3	SE_3	na 1400 m.
pm.	$12^3/_4$	cu	SW	4·6	S_2	„ 1400 „
„	$12^3/_4$	cu	S	4·2	S_2	„ 1000 „
„	$2^1/_4$	cu	S	4·3	SE_2	„ 1400 „
„	$2^1/_4$	cu	SE	2·2	SE_2	„ 1000 „
„	$5^1/_4$	cu	SW	4·0	S_1	„ 1400 „
„	$5^1/_4$	cu	S	3·7	S_1	„ 1000 „
„	$5^1/_2$	al-str	SW	17·5	S_1	
„	$5^1/_2$	ci-cu	W	25·8	S_1	
„	$5^1/_2$	ci	W	29·4	S_1	

Ponieważ niższe cu. płyną zawsze zgodnie z wiatrem dolnym, wyższe natomiast skręcają się o 45° na lewo, a zatem wnosićby należało, iż prąd dolny sięgał najwyżej do 1000 m.; powyżej cu. niższych nastąpiła już w warstwie wyższych cu. zmiana kierunku wiatru o 45°. Zdawałoby się atoli, jakoby chmury jeszcze wyższe podlegały także skręceniu prądów, bo al str. płyną z SW, a ci-cu i ci. już z W; jednak szybkość tych chmur nie odpowiada ruchowi antycyklonowemu.

Ciekawe zjawisko napotykamy w dniach 30 i 31 maja. W dniu 30 maja długi a wązki pas wysokiego ciśnienia rozciągał się od zatoki Biskajskiej aż po morze Czarne; w środkowej Rosyi znajdowało się słabe minimum. Nazajutrz rano widzimy nagle minimum w Rumunii obok pozostałego minimum w Rosyi. Chmury wystąpiły w tych dniach według notatek moich w następujący sposób:

30/V am.	$10^1/_2$	cu	SW	4·2	SW_2
pm.	$12^1/_4$	al-str	SW	21·0	SW_2
„	$12^1/_4$	cu	SW	6·1	SW_2
„	$2^1/_4$	cu-ni	SW	7·2	SW_2
„	$5^1/_4$	cu	W	6·9	NW_0
„	$5^1/_4$	al-str	W	25·5	NW_0
„	$6^1/_2$	al-str	W	34·6	NW_0
„	$6^3/_4$	ci-cu	W	37·8	NW_0
„	$6^3/_4$	cu	W	6·5	NW_0
31/V am.	$7^1/_4$	ci	SW	27·2	NE_1
„	$9^1/_4$	cu	NW	3·4	NE_2
pm.	$2^1/_4$	cu	N	2·8	NE_1
„	$5^1/_4$	cu	N	2·3	N_1
„	$6^3/_4$	cu	NW	2·3	NE_1

Z ruchu chmur w dniu 30 poznajemy najpierw, że antycyklon ten również nie musiał dosięgać warstwy al-str., gdyż szybkość chmur tylko niższych jest zgodna z cechą antycyklonu; chmury wyższe ulegały jakimś wpływom innym, silniejszym.

Szczególniejszą atoli jest rzeczą, iż w dniu 30 nie możemy nigdzie zauważyć powstania cyklonu, który pojawił się w dniu następnym w Rumunii, a zatem w miejscu, gdzie dnia poprzedniego istniał antycyklon; ani chmury wyższe, ani niższe, ani wiatr dolny nie zwiastują jego wystąpienia w dniu 31. W Bukareszcie w przeciągu 24 godzin opadł barometr o 7 mm., a w Konstantynopolu o 9 mm., chmury jednak nie zaznaczyły u nas tej nagłej zmiany w ciśnieniu powietrza. Dopiero dnia 31 mamy wiatr dolny NE, podczas gdy cu., płynący jeszcze dnia poprzedniego o $6^3/_4{}^h$ wieczorem z W, zmienia przez noc o 45^0 swój kierunek i porusza się jeszcze o $9^1/_4{}^h$. am. z NW. Niewątpliwie zatem tak poprzednie maximum jakoteż i następne minimum było bardzo słabe i zaledwie dotykało warstwy w 2000 m. wysokości.

Jeśli zatem wyłączymy antycyklon z dni od 14—18 kwietnia, możemy twierdzić na podstawie poprzednich poszukiwań, iż i wysokość antycyklonów jest w naszych okolicach dość nieznaczną, bo najprawdopodobniej nie dochodzi 3000 m., a często nie przewyższa może nawet wysokości 1000 m.

5) Burze.

Jak wiadomo, rozróżnia nowsza meteorologia dwa gatunki burz: 1) lokalne (Wärmegewitter) i 2) cyklonowe (Wirbelgewitter), które pojawiają się zwykle na krawędziach cyklonów. Według tego i ja uwzględniłem te dwa rodzaje burz obserwowanych w tym roku i poświęciłem im rozdział osobny, uważając je jako bardzo ważne czynniki tak w meteorologii jako też i w rolnictwie.

Pod względem ciśnienia powietrza, siły i kierunku wiatrów, ciepłoty i t. d. poznano już te zjawiska dość dobrze z licznych badań Bezolda, Assmanna, Ferrari'ego i i.; chcę zatem przyczynić się jeszcze do dokładniejszego ich poznania pod względem kierunku i szybkości chmur.

W dniu 5 maja o 11^h. am. mieliśmy pierwszą burzę w Tarnopolu. Ciśnienie powietrza było wogóle nizkie, bo dnia poprzedniego mieliśmy w nizinie węgierskiej drugorzędne minimum, o którem już poprzednio wspominałem. W dniu 5 barometr się podnosił, ale bardzo słabo, bo od 7^h. am. do 2^h. pm. zaledwie o 0·1 mm. Wiatr mieliśmy

w d. 5 przed płd. południowy, a zatem równoległy do izobarów. Kierunek i szybkość chmur były w tym dniu następujące:

5/V am.	$6^3/_4$	al-str	SW	26·1	S_0	
„	$10^1/_4$	cu-ni	SW	6·3	S_1	
„	$11^1/_4$	cu-ni	SW	4·0	S_1	●
„	$11^1/_4$	fra-cu	S	5·3	S_1	
pm.	$2^1/_4$	ci-cu	SW	33·7	N_1	
„	$2^1/_4$	ci	SW	22·2	N_1	
„	$2^1/_4$	fra-cu	W	4·6	N_1	
„	$3^1/_4$	cu-ni	NW	8·7	W_3	
„	$4^1/_4$	ni	SW	5·6	N_5	
„	$4^1/_4$	fra-cu	NW	31·3	N_5	na 500 m.

Że minimum to musiało być bardzo słabe, świadczy o tem słaby ruch chmur niższych, które od 10^h. do 12 w płd. poruszały się z średnią szybkością 5·2 m. Lokalne to minimum musiało się utworzyć gdzieś niedaleko Tarnopola na południowym zachodzie, a dowodem tego jest najpierw wczesna godzina, o której się burza u nas pojawiła, a następnie brak wszelkich danych przed 10^h. am., któreby zwiastowały zbliżanie się tego minimum. Po przejściu ponad naszem miastem popłynęła burza ku północnemu wschodowi, o czem przekonuje nas wiatr N o $2^1/_4{}^h$. pm. i kierunek chmur niższych z W i SW. Kierunek chmur po godz. 4-tej nie zależał już najprawdopodobniej od burzy.

Lokalną burzę mieliśmy dnia 30 maja, którego cechę podałem już poprzednio. Pojawiła się ona o 2^h. pm. i poruszała się z szybkością 7·2 m.

Jako wogóle dzień szczególny, a nadto o szczególnej burzy lokalnej nadmienić należy dzień 10 sierpnia. Ciśnienie powietrza było niżej normalnej, bo rano wynosiło 759 3, o 2^h. pm. 755·6 a o 9^h pm. 757·6 mm. Dzień był gorący, bo minimum ciepłoty wynosiło 15·4°, a maximum doszło do 30·5°. Prężność pary była nadzwyczaj wysoka, wynosiła bowiem rano 14·7 mm.; względna wilgotność dochodziła do 90% rano, a obniżała się do 34% o 2^h pm. Przedpołudnie było zupełnie pogodne, a szybkość i kierunek chmur popołudniu były następujące:

10/VIII pm.	$1^1/_2$	cu-ni	NW	1·6	O
„	$2^3/_4$	al-str	SW	2·2	W_1
„	$2^3/_4$	cu-ni	SW	1·4	W_1
„	$4^1/_4$	cu-ni	NW	1·1	S_1
„	$4^3/_4$	al-str	NW	5·7	SE_2

10/VIII	pm.	$4^3/_4$	cu-ni	NW	0·6	SE_2
	„	6	—	—	—	N_6
	„	$7^1/_4$	fra-cu	SW	3·0	NW_2

Jak widzimy panowała w tym dniu prawie zupełna cisza aż do warstw najwyższych, kiedy nawet al-str zaledwie się poruszały.

Burz w tym dniu było kilka: jedna sucha o $1^1/_2{}^h$. pm. druga o $2^3/_4$, trzecia o $4^1/_4$, czwarta o $4^3/_4{}^h$. pm., która trwała aż do 7^h pm.

Szczególniej zwracają tu uwagę na siebie te przeciwne kierunki wiatrów dolnych i cu-ni. o $4^1/_4{}^h$ i $4^3/_4{}^h$ pm. Dałoby się to wytłomaczyć tylko tym sposobem, iż burza ta poruszała się w kierunku od SW do NE, a oś jej była tak wielce pochyloną, że u powierzchni ziemi wiały wiatry SE, w górze zaś NW. Kiedy burza pozostawiła miasto za sobą, wówczas mamy i u powierzchni ziemi wiatry N i NW. Wielka siła wichru o 6^h. powstała zapewne stąd, iż rzęsisty grad spadły oziębił nagle powietrze i to spowodowało gwałtowny prąd z sąsiednich okolic rozgrzanych.

W dniach 13 i 29 maja mieliśmy burze cyklonowe. Dnia 13 pojawił się cyklon nad morzem Czarnem, a na północno-zachodnim krańcu tegoż mieliśmy burzę; burza natomiast w dniu 28 była na południowej krawędzi cyklonu. Kierunek i szybkość chmur były w tych dniach następujące:

13/V	am.	$7^1/_4$	ni	NE	15·6	E_2
	„	$8^1/_2$	ni	E	13·9	E_1
	„	$11^3/_4$	cu-ni	NE	11·0	NE_2
	pm.	$12^1/_4$	cu-ni	NE	18·3	NE_2
	„	$2^1/_4$	ci	NE	19·4	NE_3
	„	$2^1/_4$	cu-ni	NE	13·8	NE_3
	„	$5^3/_4$	cu-ni	NE	6·5	NE_2
28/V	am.	$8^1/_2$	ci	SW	31·1	SW_2
	„	$8^1/_2$	al-cu	W	44·1	SW_2
	„	$10^1/_4$	al-str	W	47·0	S_3
	„	$10^1/_4$	cu	S	15·3	S_3
	pm.	$12^1/_2$	cu-ni	SW	11·5	SW_3
	„	$1^1/_2$	al-str	SW	12·8	SW_3
	„	$5^3/_4$	al-str	SW	18·1	SW_5
	„	$5^3/_4$	str-cu	W	12·5	SW_5

W pierwszym dniu pojawiły się burze o 12^h. w płd. i o 2^h pm.; dnia 28 znowu o 12 w płd. Kierunek burz zależny od położenia mini-

mum, a szybkość ich znacznie większa niż przy burzach lokalnych; wynosi bowiem w dniu 13 o 12-tej 14·7 m; o 2^h pm. 13·8 m; w dniu 28 zaś 11·5 m.; a zatem średnio 13·3 m.

W powyższem zestawieniu uderza nas najpierw kierunek ći. w d. 13 zgodny z ruchem cyklonowym chmur niższych, o czem już wspominałem powyżej, a następnie wielka szybkość al-cu. i al-str. w dniu 28 przed południem stosunkowo do znacznie słabszej ich szybkości po południu. Czy zjawisko to przypisać należy rozmaitej wysokości chmur, której zmierzyć nie mogę, czy może ruch ten zależy od cyklonu, który po południu już był się wypełnił i od nas oddalił, nie umiem rozsądzić.

Podobne burze cyklonowe mieliśmy w dniach 13, 17 i 20 czerwca. Pierwsza z nich pojawiła się na południowej, a dwie następne na zachodniej krawędzi cyklonów dość głębokich, gdyż u nas barometr w czasie tych burz był poniżej 760 mm., a w dniu 13 poniżej 750 mm. nawet. Ciepłota w tych dniach nie była zbyt wysoką, gdyż w dwu pierwszych maximum nie dochodziło 20°, w dniu zaś 20 wynosiła tylko 21.2°.

Chmury poruszały się w tych dniach z następującą szybkością:

13/VI	am.	$7^1/_2$	fra-cu	NW	21·9	NW_3
	„	$8^1/_2$	al-str	W	18·4	NW_3
	„	$10^1/_2$	al-str	S	19·0	W_3
	„	$10^1/_2$	fra-cu	W	9·2	W_3
	pm.	$12^1/_2$	cu	W	6·5	NW_3
	„	$12^1/_2$	al-str	NW	15·5	NW_3
	„	$2^3/_4$	cu-ni	W	8·1	NW_5
	„	$4^1/_4$	al-str	W	12·1	SW_4
	„	$4^1/_4$	cu-ni	W	5·6	SW_4
	„	$5^1/_4$	ci	SW	20·7	W_4
	„	$8^1/_4$	al-cu	NW	35·4	W_4
17/VI	am.	$8^1/_2$	ci	NE	30·6	NE_2
	„	$8^1/_2$	ci-cu	NE	23·5	NE_2
	„	$8^1/_2$	str	NE	12·5	NE_2 na 1000 m.
	„	$10^3/_4$	cu	NE	11·5	N_1
	pm.	$12^1/_4$	cu	NE	10·6	N_3
	„	$12^1/_4$	al-str	W	1·3	N_3
	„	$2^1/_4$	cu-ni	NE	5·5	N_2
	„	$4^1/_2$	cu	N	8·5	N_2
	„	$4^1/_2$	al-str	SE	7·6	N_2
	„	$4^1/_2$	al-cu	NE	7·7	N_2
	„	$7^3/_4$	al-cu	NW	7·2	W_2

20/VI	am.	$9^1/_4$	al-cu	N	10·3	N_1
	„	$9^1/_4$	cu	N	15·3	N_1
	„	$11^1/_4$	al-str.	NE	12·6	N_1
	„	$11^1/_4$	cu-ni	NW	2·9	N_3
	pm.	$12^1/_2$	cu-ni	N	5·4	NW_2
	„	$12^1/_2$	al-cu.	NE	10·9	NW_2
	„	$12^1/_2$	al-str.	nieruchome		NW_2
	„	$4^3/_4$	al-str	NW	7·0	NW_1
	„	$7^3/_4$	fra-ni	W	5·7	NE_3

W dniu 13 pojawiła się burza o $2^3/_4{}^h$ pm.; 17 o $2^1/_2{}^h$ pm., a 20 o 1^h pm.; a zatem szybkość burzy pierwszej wynosiła 8·1 m., drugiej 5·5 m., a trzeciej 5·4 m. Były to więc szybkości bardzo małe jak na burze cyklonowe. Kierunek ich był zawsze odpowiedni ruchowi cyklonowemu.

Na uwagę zasługuje tu szczególnie dzień 17, w którym ci i ci-cu mają ten sam kierunek, co wiatr dolny. Wytłomaczyć to się da zapewne tym tylko sposobem, iż, jak twierdzi Assmann [1]), w czasie burz są ci. anormalnie nizkie. Zdaje się za tem przemawiać i ta okoliczność, iż al-str o $12^1/_4{}^h$. pm. płyną z W, a o $4^1/_2{}^h$. pm. z SE, a zatem nie podlegają wpływom cyklonu. Jeśli ci. poruszają się ruchem cyklonowym, a al-str. nie wchodzą w obręb działania cyklonu, można więc wnosić, iż ci. płynęły tym razem niżej niż al-str. Nie mniej świadczy zatem i ta wielka szybkość ci. i ci-cu. w stosunku do bardzo małej szybkości al-str., które o $12^1/_4{}^h$. pm. zaledwie się poruszają. Widocznie zatem, że ci. i ci-cu. były bardzo nizkie.

W dniu 20 spotykamy rzadkie zjawisko, iż w wyższych warstwach panowała na czas krótki zupełna cisza; bo al-str. o $12^1/_2{}^h$. pm. nie okazują żadnego ruchu. I w dniu 17 panuje o tej porze prawie zupełna cisza w warstwie al-str. Równocześnie jednak o 1000 m. niżej poruszają się w dniu 20 al-cu. z szybkością 10·9 m.; była to zatem względnie dość cienka warstwa powietrza, w której panowała chwilowa cisza. Gdy cyklon z północnej Rosyi zbliżył się do nas bardziej, nabywają i al-str o 4^h. pm. większej szybkości.

---

[1]) Assmann: Gewitter in Deutschland. Halle 1885. Zauważyć tu muszę, iż Dr. Vettin podaje najniższą wysokość ci. na 9000′. Zeitschr. zur Förderung der Luftschiffahrt, 1885. Heft X. str. 299.

Ze względu na badania powyższe możemy wygłosić zapatrywanie: 1) że wogóle burze lokalne zdają się mieć szybkość mniejszą niż cyklonowe, 2) że te ostatnie pojawiają się najchętniej na krawędzi południowej i zachodniej cyklonu, a wreszcie 3) że dla powstania burz lokalnych potrzebną jest prawdopodobnie wyższa ciepłota niż dla cyklonowych.